

PAT-NO: JP362228302A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62228302 A

TITLE: MACHINING METHOD FOR TUBE EXTERNAL SURFACE

PUBN-DATE: October 7, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KEYAKIDA, OSAMU

HYODO, SHIGETOSHI

FUKUTOME, TETSUO

SATO, KENJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SUMITOMO METAL IND LTD

N/A

APPL-NO: JP61074643

APPL-DATE: March 31, 1986

INT-CL (IPC): B23B005/08, B23Q015/013

ABSTRACT:

PURPOSE: To machine the external surface of a tube without causing unbalanced wall thickness over the entire length thereof by making trailing rollers in rolling contact with the external surface of the tube, and the position of a cutting tool follow a tube bend after initial machining on the basis of data of wall thickness distribution and runout before tube machining.

CONSTITUTION: In order to measure preliminarily the outer diameter, the wall thickness distribution and the axial bend of a tube 5 at several lengthwise positions, the external surface of the tube 5 is cut or machined and mounted between a face plate 4 and a tail stock 3. Then, a wall thickness sensor, an outer diameter sensor and a mill scale sensor built into a sensor box 8 are made in contact or in rolling contact with the tube 5 for measuring the wall thickness, the outer diameter and the bend thereof. And calculation is made on the basis of said measurement and the position of a cutting tool 7 is corrected, thereby machining the external surface of the tube 5. Thereafter, trailing rollers 65 and 68 are made in rolling contact with the external surface of the tube 5 and the cutting tool 7 is made to follow the tube end. According to the aforesaid constitution, the entire length of the tube 5 becomes free from unbalanced wall thickness and this thickness and the outer diameter of the tube 5 can be kept within a tolerance.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-228302

⑮ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)10月7日

B 23 B 5/08  
B 23 Q 15/013

7226-3C  
7528-3C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑭ 発明の名称 管の外周面加工方法

⑰ 特 願 昭61-74643

⑱ 出 願 昭61(1986)3月31日

⑲ 発 明 者 櫻 田 理 尼崎市東向島西之町1番地 住友金属工業株式会社鋼管製造所内  
⑲ 発 明 者 兵 藤 繁 俊 尼崎市東向島西之町1番地 住友金属工業株式会社鋼管製造所内  
⑲ 発 明 者 福 留 哲 郎 尼崎市東向島西之町1番地 住友金属工業株式会社鋼管製造所内  
⑲ 発 明 者 佐 藤 賢 治 大阪市東区北浜5丁目15番地 住友金属工業株式会社内  
⑳ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 河野 登夫

明 細 書

1. 発明の名称 管の外周面加工方法

2. 特許請求の範囲

1. その外周面をバイトにより切削する前に管の軸長方向複数か所においてその円周方向の肉厚分布及びその外周面の振れを測定し、この測定結果に基づいて、該管の内径中心又は外径中心の位置を算出する一方、切削時に管の曲がりに追従して変位するバイトを用い、前記算出の結果に基づいて、このバイトの位置を補正すると共に、切削時の管の切削済の部分の外径変動を測定し、この測定結果に基づいて、切削後の管の外径値を所定の範囲内とすべく、前記バイトの位置を補正することとを特徴とする管の外周面加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば押抜管等の製管後に切削加工される管の外周面加工方法に関する。

(従来技術)

熱間押抜管には、その製管過程における偏熱等の要因による偏肉、またはスケールの付着等の要因による表面の凹凸が発生しており、偏肉を解消し、凹凸を除去するために製管後にその内外周面を加工する必要があり、まず管の内周面を加工して、その表面の凹凸を除去した後、普通旋盤にて偏肉を解消し外周面の凹凸を除去すべく外周面を切削加工していた。

しかしながら熱間押抜管は通常かなりの曲がりを含んでおり、そのような管の外周面を普通旋盤にて切削する場合には、まず管端部からある長さの範囲で振れが生じないように芯出し調整した後、その範囲を切削し、以後は、管の全長にわたってこの芯出し調整と切削とを繰返して、管の曲がりによる芯振れの影響を排除して切削する必要があった。

また、偏肉を解消するためには、切削前に管の全長にわたって予め測定した肉厚分布の測定データに基づいて、バイトの管の半径方向への送り量を調節して、管の外周面を切削していた。

(発明が解決しようとする問題点)

前述の芯出し調整は、作業者がトースカン等の治具を用いて行なうが、この作業にはかなりの熟練を要し、しかもその作業を数回繰返す必要があり、多大の時間と労力を要し、作業能率が悪いという難点があった。

また、前述の如くバイト位置を調整しながら行なう切削作業は、高度の熟練を要し、しかも加工に要する時間が長いという難点があり、その上加工後の精度も優れているとは言えなかった。

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、曲がりを有する管を加工する場合においても、その曲がりに影響を受けることなく、精度よく、しかも能率的に切削加工できる管の外周面加工方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明に係る管の外周面加工方法は、加工前に求めた管の軸長方向数か所における、該管の内径中心又は外径中心とその回転中心との位置関係に基づいてバイト位置を補正し、また切削中にはバ

イトの摩耗による外径の増加を補正すべくバイト位置を制御して、該管の外周面を切削するものであり、その外周面をバイトにより切削する前に管の軸長方向複数か所においてその円周方向の肉厚分布及びその外周面の振れを測定し、この測定結果に基づいて、該管の内径中心又は外径中心の位置を算出する一方、切削時に管の曲がりに追従して変位するバイトを用い、前記算出の結果に基づいて、このバイトの位置を補正すると共に、切削時の管の切削済の部分の外径変動を測定し、この測定結果に基づいて、切削後の管の外径値を所定の範囲内とすべく、前記バイトの位置を補正することを特徴とする。

(実施例)

以下、本発明をその実施例を示す図面に基づいて説明する。第1図は本発明方法を実施するための外周面加工装置の上方から見た平面図、第2図は第1図のII-II線による拡大断面図である。

図において1はベッドであり、その上面両端部に設けた主軸台2と心押し台3との間に装着され

た管5は、主軸台2から動力を供給されて回転する面4の回転により回転され、バイト7にてその外周面を切削加工される。主軸台2の内部には面4の回転角を検出する回転角センサ41が設けられている。

又、6は主フレームであり、ベッド1の内部に、その長手方向をベッド1の長手方向と一致させて設けた送りネジ12に、該主フレーム6の下面から突設された送りネジナット6aを螺合させ、送りネジ12の回転により、ベッド1の長手方向に移動可能とされている。主フレーム6のベッド1に対する移動量は、ベッド1に内設され、デジタルスケール等を用いてなる主フレーム位置検出器61にて検出される。

主フレーム6の上部には、副フレーム62が、ベッド1の長手方向と直角方向に摺動自在として取付けられており、該副フレーム62は、主フレーム6に固設されたエアシリンダ62aの進退動作により、その摺動方向に移動し、その移動量は、主フレーム6に内設され、デジタルスケール等を用

いてなる副フレーム位置検出器63にて検出される。

副フレーム62の摺動方向の、エアシリンダ62a取付け側の端部上面にはバイト台64が立設されており、その上部にはバイト7と固定側追従ローラ65、65が取付けられている。バイト7は、バイト台64の上面の面4寄りの位置に、ベッド1の長手方向と直角に摺動自在とされたバイト受71から、水平に突出されており、その高さ位置は、前記面4の回転中心と同一高さとなっている。バイト7は、バイト台64の上部に固設した油圧サーボシリンダ72により、ベッド1の長手方向と直角かつ水平に、バイト受71を介して移動し、その移動量はバイト台64に内設され、デジタルスケール等を用いてなるバイト位置検出器73にて検出される。

またバイト台64の心押し台3寄りの上部には、面4の回転中心と同一高さであり、テーブル1の長手方向と平行かつ水平な枢軸廻りに摺動自在とされて、コの字形のローラ支持体65aが取付けられており、その先端部には一対の固定側追従ローラ65,65が夫々ベッド1の長手方向と平行かつ

水平な枢軸廻りに回動自在に枢支されている。

前記副フレーム62のバイト台64と反対側の端部上面には、該副フレーム62に固設されたエアシリンドラ66aの進退動作により、ベッド1の長手方向と直角に、副フレーム62の上面に対して摺動する摺動台66が取付けられており、その移動量は副フレーム62に内設され、デジタルスケール等を用いてなる摺動台位置検出器67にて検出される。

摺動台66の上部には、面板4の回転中心と同一高さであり、テーブル1の長手方向と平行かつ水平な枢軸廻りに揺動自在とされたコの字形のローラ支持体68aが着脱自在に取付けられており、その先端部には、一対の従動側追従ローラ68,68が夫々ベッド1の長手方向と平行かつ水平な枢軸廻りに回動自在に枢支されている。この従動側追従ローラ68,68と前記固定側追従ローラ65,65とは、ベッド1の長手方向の同一位置に設けてある。

摺動台66の上部の前記ローラ支持体68aよりも面板4寄りの位置には、該ローラ支持体68aと同一枢軸廻りに揺動自在とされ、各種のセンサを内

部を突出させる方向に付勢するバネ84d,85dが夫々内蔵されている。

外径センサ84と黒皮センサ85とは、ともにその夫々のローラ84c,85cを、切削されるべき管5の軸心に向けて、前記センサ箱8の内部に配設されており、そのベッド1の長手方向の位置関係は、外径センサ84がバイト7から若干心押し台3寄り、黒皮センサ85がバイト7から若干面板4寄りの位置となっており、外径センサ84は、切削直後の前記管5の外周面にローラ84cを転接させ、黒皮センサ85は、切削直前の前記管5の外周面にローラ85cを転接させるようになしてある。そして、外径センサ84と黒皮センサ85とは、ともに、そのスケール体84b,85bが最も突出された状態のとき、その検出値が0となり、その状態からのスケール体84b,85bの移動量を、夫々のピックアップ84e,85eにて検出して出力する。

また、前記肉厚センサ82は、円筒状のケーシング82aと、該ケーシング82aの軸長方向に摺動自在に、その一端部をケーシング82aの軸長方向一

端するセンサ箱8が取付けられている。

第3図はセンサ箱8に内蔵された各種センサの構造及びそのベッド1の長手方向の配置を示す模式図である。

管5は白抜矢符方向（心押し台3から面板4へ向かう方向）に移動するバイト7にてその外周面を加工される。

センサ箱8には、管の肉厚を検出する肉厚センサ82及びバイト7による切込量を検出する切込量センサ83が内蔵されている。前記切込量センサ83は、外径センサ84と黒皮センサ85とから構成されており、両者は略同一の構造となっている。外径センサ84及び黒皮センサ85は、デジタルスケールを用いたものであり、夫々の円筒状のケーシング84a,85aにデジタルスケールのスケール体84b,85bをその軸長方向に摺動自在に取付け、そのケーシング84a,85aから突出された一端部に夫々ローラ84c,85cを回動自在に枢支したものである。夫々のケーシング84a,85aの内部には、スケール体84b,85bのローラ84c,85cが枢支された側の端

端面から突出して取付けられたセンサ本体82bと、該センサ本体82bを突出させる方向に付勢する、ケーシング82aに内蔵された押しバネ82cとから構成されている。

前記センサ本体82bには、超音波発信器及び同受信器がセンサ本体82bの突出端部から、ケーシング82aの軸長方向に超音波を発し、その反射波を受信するよう内蔵されている。該肉厚センサ82は、そのセンサ本体82bの突出端面を管5の外周面に油を媒体として押しつけて、該突出端から発信される超音波の、該管5の内周面からの反射波を受信して、発信から受信までに要する時間の長短により、該管5の肉厚を検出する。該肉厚センサ82のベッド1の長手方向の位置は、第3図に示す如く、前記外径センサ84から心押し台3寄りの位置となっている。

また、第3図に2点鎖線にて示す如く、前記固定側追従ローラ65,65及び従動側追従ローラ68,68の軸長方向位置は同一であり、ともに前記センサ箱8よりも心押し台3寄りの位置にあり、管5の

外周面に転接させるようになしてある。

第4図は、この外周面加工装置の制御系のブロック図である。

図において9は制御部であり、その入力インタフェース91には、前記回転角センサ41、主フレーム位置検出器61、副フレーム位置検出器63、摺動台位置検出器67、バイト位置検出器73、肉厚センサ82、外径センサ84及び黒皮センサ85の出力が与えられている。

回転角センサ41からは、面板4が所定の角度回転する毎に1回のパルスが出力される。本実施例では面板4が15°回転する毎に1回のパルス、即ち面板4の1回転当たり24回のパルスが出力されているとする。バイト位置検出器73以外の検出器及びセンサは、回転角センサ41からのパルスに関連して動作し、該パルス1回毎に夫々1回の出力を入力インタフェース91に与える。バイト位置検出器73は前記回転角センサ41から発せられるパルス間隔よりも十分短い適宜のサンプリング間隔で、バイト7の位置を検出しており、その結果を入力

インタフェース91に与えている。

そして、各センサ及び検出器の出力は、入力インタフェース91にて所定の変換処理を施され、その大きさに応じたデジタルデータとして、バイト位置検出器73の出力に対応するデータSはバイト位置制御部95に、それ以外はバッファメモリ92に与えられる。

バッファメモリ92内では、入力インタフェース91から与えられる副フレーム位置検出器63の出力に対応するデータX、摺動台位置検出器67の出力に対応するデータY、肉厚センサ82の出力に対応するデータW、外径センサ84の出力に対応するデータC及び黒皮センサ85の出力に対応するデータDを夫々回転角センサ41の出力に対応するデータR及び主フレーム位置検出器61の出力に対応するデータZに対応させて、面板4の5回転分記憶し、5回転毎に1度その内容を演算処理部93に出力する。

演算処理部93内にて、後述する本発明方法により、バイト位置Pが演算され、その結果がメモリ

94に与えられて記憶される。演算処理部93には、管5の各種許容誤差等が設定された設定器96からもその内容が入力されており、これらの値は前述のバイト位置Pの演算に使用される。

前記メモリ94は、回転角センサ41の出力Rに応じて、そのRに対応するバイト位置データPを、前記バイト位置制御部95に与え、バイト位置制御部95は、このPの値とバイト位置検出器73の出力に対応するデータSとを比較し、それらが一致するまで前記油圧サーボシリンダ72を動作させ、バイト7を進退させる。

さて、以上の如く構成された外周面加工装置を用いて実施される本発明方法について説明する。本発明方法においては、管5の切削加工に先立って、該管5の軸長方向数ヶ所における外径、肉厚分布及び管軸の曲がり等を事前測定する。

管5は、内周面を切削又は研削され、スケールの付着等による内周面の凹凸を除去された状態で面板4と心押し台3の間に、内周面基準又は外周面基準で装着される。

その時、主フレーム6はベッド1上の最も心押し台3側寄った基準位置にあり、主フレーム位置検出器61の出力は0となっている。

また、副フレーム62は、第2図における最も右寄りの位置に、摺動台66は第2図における最も左寄りの位置にあり、エアシリンダ62a, 66aはともにその退入限界位置まで、そのピストンロッドを退入させている。この位置が副フレーム62及び摺動台66の基準位置であり、副フレーム位置検出器63及び摺動台位置検出器67の出力はともに0となっている。この事前測定においては、バイト7は使用しないので、バイト受71はその移動範囲の、第2図における最も右寄りの位置とされている。

次いで、送りネジ12が回転され、主フレーム6をベッド1の長手方向に面板4に向かって移動させ、前記追従ローラ65, 68を管5の心押し台3側の管通部に位置させて停止させる。

その後、エアシリンダ62aを進出動作させ、副フレーム62をベッド1の長手方向と直角に、第2図における左方に向けて固定側追従ローラ65, 65

が管5の外周面に転接するまで移動させる。

同時にエアシリンダ68aを進出動作させ、摺動台66をベッド1の長手方向と直角に、第2図における右方に向けて、従動側追従ローラ68,68が管5の外周面に転接するまで移動させる。この時、センサ箱8に内蔵した前記肉厚センサ82、外径センサ84及び黒皮センサ85の突出端部も管5の外周面に当接又は転接し、各センサは検出可能な状態となる。

その後面板4の回転を開始し、その後の外径検出の基準となる外径値 $OD_1$ の演算のため副フレーム位置検出器63及び摺動台位置検出器67の出力が制御部9に出力される。

第5図は基準外径値 $OD_1$ の演算方法の説明図である。前記副フレーム位置検出器63及び摺動台位置検出器67の検出部は、夫々ローラ支持体65a及びローラ支持体68aの枢支軸の鉛直下方に設けてあるので、ローラ支持体65aの基準位置からの移動量は副フレーム位置検出器63の検出値の平均値 $X_1$ として与えられ、ローラ支持体68aの基準位

置からの移動量は摺動台位置検出器67の検出値の平均値 $Y_1$ として与えられる。

一方、副フレーム位置検出器63及び摺動台位置検出器67の夫々の基準位置の、面板4の回転中心からの水平距離距離 $X_2$ 及び $Y_2$ は既知であり、追従ローラ65,65の外径 $d$ 、該追従ローラ65,65の回転中心とローラ支持体65aの揺動中心との間の直線距離 $L$ 、及び追従ローラ65,65夫々の回転中心間の直線距離 $l$ も既知であり、 $d$ 、 $L$ 、 $l$ の値は追従ローラ68,68においても共通である。

前記 $OD_1$ の値は、これらの諸値から次式により演算される。

$$\frac{1}{2} (OD_1 + d) = \sqrt{b^2 + (l/2)^2} \dots (1)$$

$$\text{但し、} b = a - \sqrt{L^2 - (l/2)^2}$$

$$a = \frac{1}{2} (X_2 + Y_2 - (X_1 + Y_1))$$

このようにして $OD_1$ の値を求めた後は、肉厚センサ82と黒皮センサ85とから、回転角センサ41の出力に対応させて与えられる出力により、管5の

肉厚、外径、曲がりの測定を行なう。

肉厚センサ82の出力 $W$ により、管5の内径中心のその外径中心に対する偏心量及びその位置が演算される。

この演算には、管5の円周上の測定開始点（以下基準位置という）を $0^\circ$ として、この位置における $W$ の値 $W_0$ 、 $90^\circ$ の位置における $W$ の値 $W_{90}$ 、 $180^\circ$ の位置における $W$ の値 $W_{180}$ 及び $270^\circ$ の位置における $W$ の値 $W_{270}$ が使用される。

第6図は、この演算方法の説明図である。

図においてICは管5の内径中心、OCはその外径中心であり、ICのOCを原点とする $x$ 座標 $x_1$ は、前記 $W_0$ と $W_{180}$ とにより、またその $y$ 座標 $y_1$ は、前記 $W_{90}$ と $W_{270}$ とにより夫々次式により計算される。

$$x_1 = -\frac{1}{2} (W_0 - W_{180})$$

$$y_1 = -\frac{1}{2} (W_{90} - W_{270})$$

それ故、ICのOCに対する偏心量 $r_1$ は、

$$r_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{(W_0 - W_{180})^2 + (W_{90} - W_{270})^2}$$

となる。

また、ICの位置を示す $\theta_1$ は

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{x_1}{y_1} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left( \frac{W_0 - W_{180}}{W_{90} - W_{270}} \right)$$

ゆえに、外径中心OCを中心として管5が $\theta$ だけ回転したときの、内径中心ICの外径中心OCからの偏心量の $x$ 軸方向成分 $IC'_1$ は

$$IC'_1 = r_1 \cos (\theta - \theta_1) \dots (2)$$

となる。

黒皮センサ85の出力 $D$ により、管5の外径及び管5の外径中心OCのその回転中心RCに対する偏心量及びその位置が演算される。

黒皮センサ85の出力 $D$ は、回転角センサ41の出力 $R$ に対応して与えられており、それらの値から管5の1回転中のその最大値 $D_{max}$ 、最小値 $D_{min}$

## 特開昭62-228302 (6)

及び最大値  $D_{\max}$  が検出された位置の基準位置に対する角度  $\theta_1'$  の値を求めることができ、OCのRCに対する偏心量  $r_1'$  は次式により計算される。

$$r_1' = \frac{1}{2} (D_{\max} - D_{\min})$$

そして、回転中心RCを中心として管5が前記基準位置から  $\theta$  だけ回転したときの、外径中心OC<sub>1</sub>の回転中心RCからの偏心量のx軸方向成分OC<sub>1</sub>は

$$OC_1 = r_1' \cos(\theta - \theta_1') \quad \dots (3)$$

となる。

管5の外径OD<sub>1</sub>は、追従ローラ65,68を管5の外周面に転接させていた時の黒皮センサ85の検出値D<sub>1</sub>と前記  $D_{\max}$  及び  $D_{\min}$  とにより次式により計算される。

$$\begin{aligned} OD_1 &= OD_1 + \frac{1}{2} ((D_{\max} - D_1) \\ &\quad + (D_{\min} - D_1)) \\ &= OD_1 - D_1 + \frac{1}{2} (D_{\max} + D_{\min}) \end{aligned} \quad \dots (4)$$

応させて記憶される。

以上により、本発明方法における事前測定は終了となり、次いでこの事前測定値に基づいて管5の外周面加工を開始する。

まず主フレーム6、副フレーム62及び摺動台66を、夫々の前記基準位置にもどし、バイト受71をバイト台64の上面の、その移動範囲の中央に位置させる。この位置がバイト受71及びバイト7の基準位置であり、その時のバイト位置検出器73の出力は0となり、バイト7が第2図における左方に移動した場合にその出力は正、逆の場合に負となる。

次いで送りネジ12を回転させ、主フレーム6をベッド1の長手方向に、面板4に向かって、バイト7が管5の管端部よりも若干心押し台3寄りの位置となるまで移動させる。

その後エアシリンダ62aを動作させて、副フレーム62をベッド1の長手方向と直角に、第2図における左方に向かってバイト7の先端が管5の外周面の延長線上と略一致するまで移動させ、次の

さて、前述の(2)式と(3)式とにより、回転中心RCを中心として管5が  $\theta$  だけ回転したときの内径中心ICの回転中心RCからの偏心量のx軸方向成分IC<sub>1</sub>は第7図に示す如く、

$$IC_1 = r_1 \cos(\theta + \theta_1) \quad \dots (5)$$

但し、

$$r_1 = \sqrt{r_1'^2 + r_1''^2 - 2r_1' \cdot r_1'' \cos \alpha}$$

$$\theta_1 = \theta_1' + \sin^{-1} \left( \frac{r_1' \sin \alpha}{r_1} \right)$$

$$\alpha = \pi - \theta_1' + \theta_1''$$

以上の如く黒皮センサ85の出力Dから、式(3)、

(4)、(5)により計算される諸値は、この測定が行われた時の主フレーム6のベッド1の長手方向の位置を示す主フレーム位置検出器61の検出値Z<sub>1</sub>に対応させて記憶される。

この肉厚センサ82及び黒皮センサ85による、管5の肉厚、外径、曲がりの測定は、管5の軸長方向にn分割した各点において行なわれ、その夫々において計算される諸値は、その測定点における主フレーム位置検出器61の検出値Z<sub>2</sub> ~ Z<sub>n</sub> に対

で油圧サーボシリンダ72を動作させ、バイト受71をベッド1の長手方向と直角に移動させ、バイト7の先端部と、管5の回転中心である面板4の回転中心との間の水平距離を、後述する初期設定外径ODref'の1/2に設定する。

バイト7の先端部と面板4の回転中心との間の水平距離は、副フレーム位置検出器63の検出値X<sub>3</sub>、バイト位置検出器73の検出値S<sub>3</sub>及び副フレーム位置検出器63の基準位置から面板4の中心までの水平距離である前記X<sub>2</sub>を用いて、X<sub>2</sub> - X<sub>3</sub> - S<sub>3</sub>により計算でき、表示器(図示せず)にてこの値が表示できるようになっており、前述のバイト位置の初期設定は、この表示器の表示内容を確認しつつ、油圧サーボシリンダ72を手動操作して、該表示器の表示値を1/2 × ODref'に合せることにより実施される。

このようにして初期設定が終了した後、面板4を回転させ、送りネジ12の回転により、主フレーム6を面板4に向かって主フレーム位置検出器61の検出値が、前記事前測定の開始点であった、Z<sub>1</sub>



となるまで移動させ、バイト7にて間5の外周面を切削加工する。この過程を初期切削という。この初期切削においては、バイト位置P'は次式により計算される。

$$P' = \frac{1}{2} ODref' + \frac{1}{2} IC_1$$

$$= \frac{1}{2} ODref' + \frac{1}{2} r_1 \cos(\theta + \theta_1) \quad \dots(6)$$

P' : 管5の回転中心からバイト先端までの距離

この式の第2項のIC<sub>1</sub>は、主フレームの位置Z<sub>1</sub>、即ち図も心押し台3側の測定点において、式(6)にて計算される値であり、θは管5の外周面と前記外周面の基準点とのなす中心角である。

初期切削終了後、主フレーム6の移動を一時停止させ、エアシリンダ62a,66aを退出動作させて、副フレーム62を第2図における左方に、摺動台66を第2図における右方に夫々移動させ、固定側追従ローラ65,65及び従動側追従ローラ68,68を管

式により計算される。

$$P = \frac{1}{2} ODref + K_1 M_0 + K_2 Q_0$$

$$- \frac{1}{2} B \Delta OD_n + \frac{1}{2} \Delta OD_{cur} \quad \dots(7)$$

Pは管5の切削中心からバイト先端までの距離であり、右辺の第1項は目標外径に関する項、第2項及び第3項は偏肉を減少させるための補正項、第4項は管の肉厚を許容範囲内とするための補正項、第5項はバイト摩耗による外径の増大を防止するための補正項である。

以下、項別にその内容を説明する。

$$\text{第1項} \quad \frac{1}{2} ODref$$

ODrefは目標切削外径であり、次式により設定する。

$$ODref = OD_n - \alpha$$

本発明方法においては、切削量を可及的に少なくするため、公差範囲内の最大外径OD<sub>n</sub>とするのが望ましいが、そうすると応答遅れ等の要因によ

5の外周面に転接させる。また前記エアシリンダ62aの進出動作と同時に同速度で油圧サーボシリンダ72を退入動作させバイト7を副フレーム62の移動方向と逆方向に、同量だけ移動させる。前記エアシリンダ62a,66aは、ともに前述の動作の後、その進出方向に所定の力を加えており、その力により追従ローラ65,68を管5の外周面に押付けている。

その力は、切削中のバイト7にかかる管5の半径方向外向きの力よりも十分に大きく、曲がりによる回転中の管5の振れにより、前記追従ローラ65,68にかかる水平方向の力よりは十分に小さく設定されているので、以後の切削時には副フレーム62が管5の曲がりに追従して、ベッド1の長手方向と直角に摺動する。

追従ローラ65,68が管5の外周面に転接された後、送りネジ12を回転させ、主フレーム6を面板4に向かって移動させつつ、バイト7による管5の外周面の切削加工を再開する。

以後の切削加工においては、バイト位置Pは次

り、公差範囲外の外径となる部分を生ずる虞があるため、本実施例においては、微小な正の値αをOD<sub>n</sub>から減じたものをODrefとする。OD<sub>n</sub>およびαの値は設定器96に入力されている。

切削開始時には、バイト7を面板4の回転中心からこの目標切削外径と等しい前記初期設定外径ODref'の半分の距離に設定して初期切削を開始するが、その結果切削される管5の外径はODref'、即ちODrefに等しくなっているとは限らない。それ故、初期切削終了直後の管5の外径ODintを測定し、以後のバイトの先端位置PはこのODintとODref'との差により補正する。即ち、ODrefは、 $ODref = ODref' + (ODref' - ODint)$ となる。

ODintの値の計算方法は第5図に示した前述のOD<sub>1</sub>の計算方法と全く同様であり、副フレーム位置検出器63の検出値X<sub>i</sub>、摺動台位置検出器67の検出値Y<sub>i</sub>等により、ODintの値は次式により計算される。

$$\frac{1}{2} (ODint + d) = \sqrt{b^2 + (L/2)^2}$$

$$\text{但し } b = a - \sqrt{L^2 - (L/2)^2}$$

$$a = \frac{1}{2} (X_2 + Y_2 - (X'_1 + Y'_1))$$

ODref は、切削開始直後の5回転分のデータにより計算され、以後の切削の間中一定値に保たれる。

第2項及び第3項  $K_1 M_0$  及び  $K_2 Q_0$

これらの項は、管5の切削方法によって選択的に使用される。即ち管5を内周面基準で切削する場合には、 $K_1 = 1$ 、 $K_2 = 0$ として第2項のみを加算し、外周面基準で切削する場合には、 $K_1 = 0$ 、 $K_2 = 1$ として第3項のみを加算する。

第2項は、事前測定により計算された、管の軸長方向各測定点における内径中心の位置のずれを補正する項であり、 $M_0$  は次式により計算される。

$$M_0 = IC_z(\theta) - IC_{(z-RB)}(\theta) \quad \dots(8)$$

$IC_z(\theta)$  は、主フレーム位置検出器61の検出値がZである場合のバイト7の位置における内径

位置における内径中心と、J番目の測定点において計算されている内径中心とのずれである。RBの値は第2図に示す如くバイト7と、追従ローラ65, 68との管5の軸長方向への離隔距離である。

即ち、 $M_0$  は曲がりに追従して副フレーム62を摺動させる前記追従ローラ65, 68 と、バイト7との間に生ずる、管5の内径中心のずれを補正する。

一方、 $Q_0$  は次式により計算される。

$$Q_0 = OC_z(\theta) - OC_{(z-RB)}(\theta) \quad \dots(9)$$

$OC_z(\theta)$  は、主フレーム位置検出器61の検出値がZである場合の、バイト7の位置における外径中心の、J番目の測定点において前記(4)式にて計算されている外径中心 $OC_j$ とのずれであり、(9)式と全く同様に、

$$OC_z(\theta) = (OC_{j+1} - OC_j) \frac{Z - Z_j}{Z_{j+1} - Z_j} \quad \dots(11)$$

にて計算される。

$OC_{(z-RB)}(\theta)$  も、 $IC_{(z-RB)}(\theta)$  と同じく追従ローラ65, 68の位置における外径中心とバイト

中心の位置に関連する値であり、次式により計算される。

$$IC_z(\theta) = (IC_{j+1} - IC_j) \frac{Z - Z_j}{Z_{j+1} - Z_j} \quad \dots(10)$$

主フレーム位置検出器61の検出値がZである位置は、前述の事前測定においてJ番目の測定点（その時の主フレーム位置検出器の検出値が $Z_j$ ）と、J+1番目の測定点（同 $Z_{j+1}$ ）の間にあり、J番目の測定点における測定データにより計算された前記(6)式の結果が $IC_j$ であり、J+1番目の測定点における(6)式の計算結果が $IC_{j+1}$ である。

即ち $IC_z(\theta)$  は、J番目とJ+1番目の測定点における内径中心の位置から直線補間により求められるZの位置における内径中心とJ番目の測定点において計算されている内径中心とのずれである。

同様に $IC_{(z-RB)}(\theta)$  は、主フレーム位置検出器61の検出値がZである場合の、バイト7の位置から、切削進行方向と逆の方向へRBだけ後退した

7の位置における外径中心とのずれであり、 $Q_0$  は追従ローラ65, 68 とバイト7との間に生ずる管5の外径中心のずれを補正する。

$$\text{第4項 } \frac{1}{2} B \Delta OD_n$$

第1項により初期設定外径を計測後に測定した外径により補正して第2項又は第3項により偏肉及び曲がりの影響を排除すべくバイト位置を補正したが、管5の肉厚が予め定められた許容範囲内の値となるとは限らない。

この許容最大肉厚を $W_x$ とし、許容最小肉厚を $W_y$ とした場合に、切削中の肉厚センサ82の検出値 $W$ を $W_x$ と $W_y$ との間に収めるべくバイト位置Pを補正するのがこの第4項である。

まず、前記 $W_x$ と $W_y$ の間に厚肉側モニター肉厚 $W_h$ と薄肉側モニター肉厚 $W_s$ とを定める。これらの大小関係は $W_x > W_h > W_s > W_y$ である。これは、肉厚センサ82とバイト7の軸長方向のずれ及び制御の応答性を考慮したものであり、肉厚センサ82の検出値 $W$ は $W_h$ と $W_s$ の間とな

## 特開昭62-228302 (9)

るようバイト位置Pを以下の如く補正する。

- 1) 肉厚センサ82の検出値Wが全周にわたって、  
 $W_s < W < W_h$  である場合には、係数  $B = 0$  として、この項による補正は行なわない。
- 2) 肉厚センサ82の検出値Wがその一部で  $W_h$  以上である場合には、 $B = 1$  としてバイト7を管5の回転中心に向けて  $1/2 \Delta OD$  だけ進出させる。 $\Delta OD$  は最大測定肉厚  $W_{max}$  と  $W_h$  との差に基づく値であり、正の値となる。

$$\Delta OD = k (W_{max} - W_h)$$

- 3) 肉厚センサ82の検出値Wがその一部で  $W_s$  以下である場合には、 $B = 1$  としてバイト7を管5の回転中心から  $1/2 \Delta OD$  だけ退入させる。 $\Delta OD$  は最小測定肉厚  $W_{min}$  と  $W_s$  との差であり、負の値となる。

$$\Delta OD = W_{min} - W_s$$

$$\text{第5項} \quad \frac{1}{2} \Delta OD_{cur}$$

切削目標外径  $OD_{ref}$  を求めるために必要であった初期切削後の外径  $OD_{int}$  は、前述の如く固定側

心に向けて進出させる必要があり、負の値  $\Delta OD_{cur}$  の  $1/2$  を加算することにより補正がなされる。

(効果)

以上詳述した如く、本発明方法においては、加工前に管の軸長方向数か所の測定点において測定された肉厚分布及び該管の振れ量のデータに基づいて、予め式(4)及び式(5)により、外径中心及び内径中心の回転中心に対する偏心量及び位置関係を求めておき、該管の加工時には、まず式(6)にてバイト位置  $P'$  を計算して管端部から少しの長さだけ初期切削して、その範囲における加工後の外径中心を回転中心に略一致させておき、その後の切削においては、切削済の外径に追従して移動する追従ローラにて、バイト位置を曲がりに追従させるとともにバイト位置Pを式(7)にて計算して、前記追従ローラとバイトとの間の内径中心又は外径中心の管の曲がりに基づくずれを補正し、また肉厚を公差範囲内に収めるべく補正し、更にバイト摩耗による外径の増大も補正しているので、管の全長にわたって偏肉をなくし、肉厚及び外径を公

差追従ローラ65,65 と従動側追従ローラ68,68 との間の距離により検出されるが、それ以後の切削において、バイト7の摩耗により管5の外径が増大した時、その外径を前述の方法で検出すると、バイト7と前記追従ローラ65,68 とは軸長方向に離隔しているため、補正が遅れることになる。

それ故、この第5項による補正は、バイト7と略同一の軸長方向位置に設けた、前記外径センサ84の検出値に基づいて行なう。

即ち、切削開始時の外径センサ84の検出値を  $C_i$  として記憶しておき、現在の外径センサ84の検出値  $C_n$  とこの値との差が  $\Delta OD_{cur}$  となる。

$$\Delta OD_{cur} = C_i - C_n$$

さて、前述の如く外径センサ84は、そのスケール体84b が最も突出された状態の時、その検出値が0となり、Cは該スケール体84b の移動量に応じて外径が大きくなると増大するので常に  $C_n > C_i$  であり  $\Delta OD_{cur}$  は負となる。

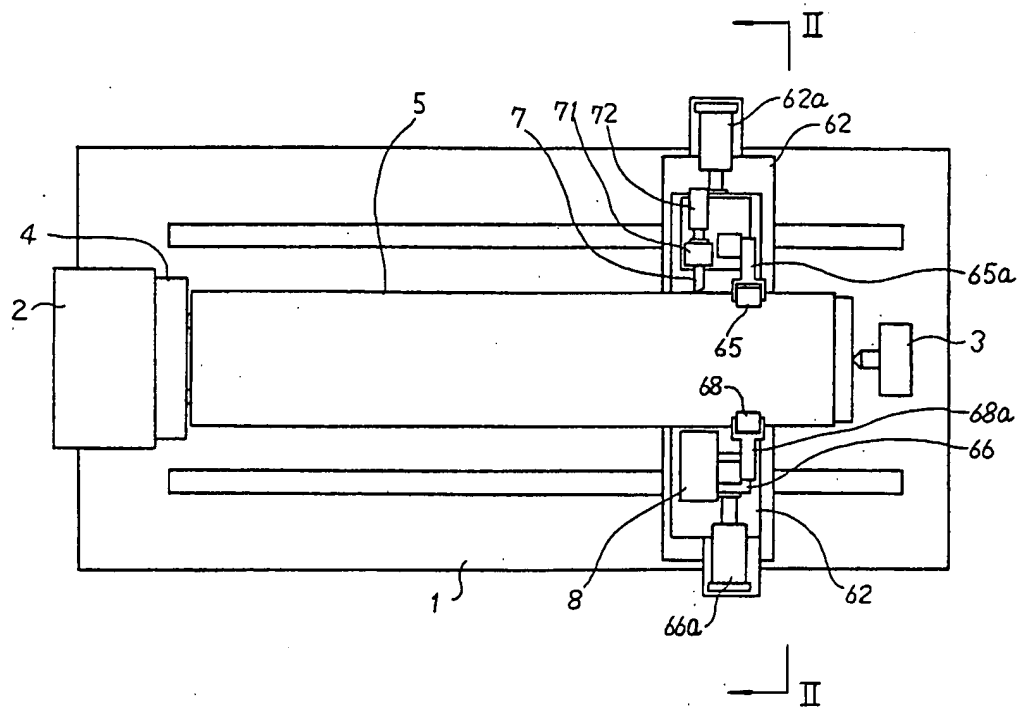
バイト7の摩耗による外径の増大を補正するためには、 $\Delta OD_{cur}$  の  $1/2$  だけバイト7を管5の中

差内に収めた外周面加工が、能率的に、しかも熟練を必要とせず可能となり、本発明方法により加工された管の精度が高い等、優れた効果を奏する。

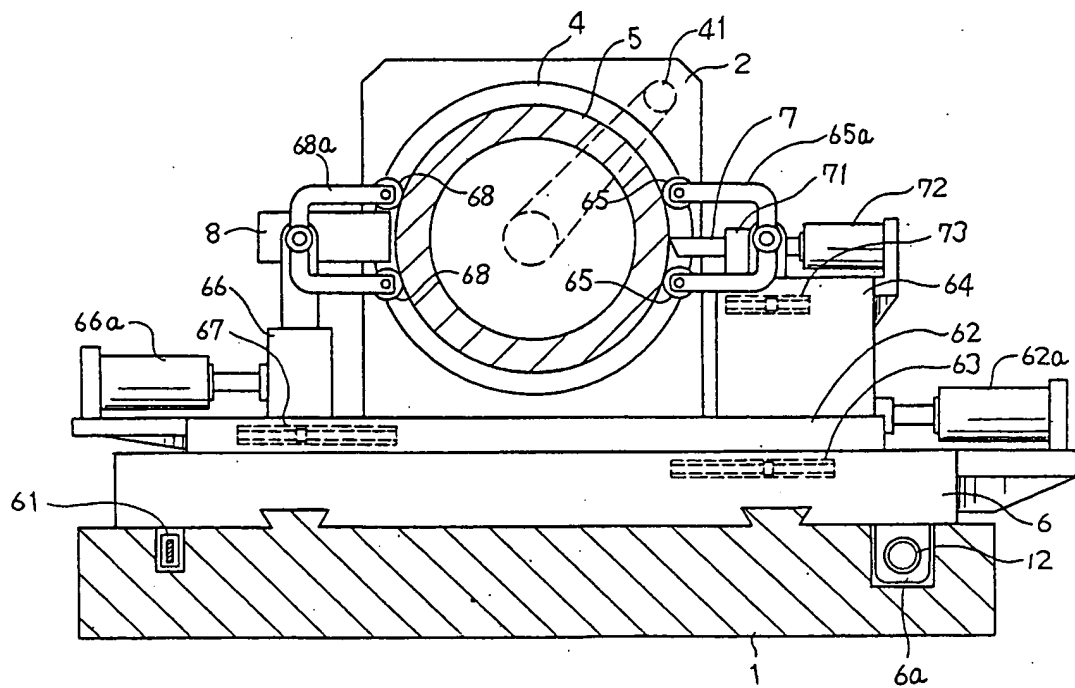
### 4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の一実施例を示すものであり、第1図は本発明方法を実施するための外周面加工装置の上方から見た平面図、第2図は第1図のII-II線による拡大断面図、第3図はセンサの構造及び配置を示す模式図、第4図は制御系のブロック図、第5図は  $OD_i$  の演算方法の説明図、第6図は内径中心の外径中心に対する偏心量及び位置の演算方法の説明図、第7図は内径中心の回転中心に対する偏心量及び位置の演算方法の説明図である。

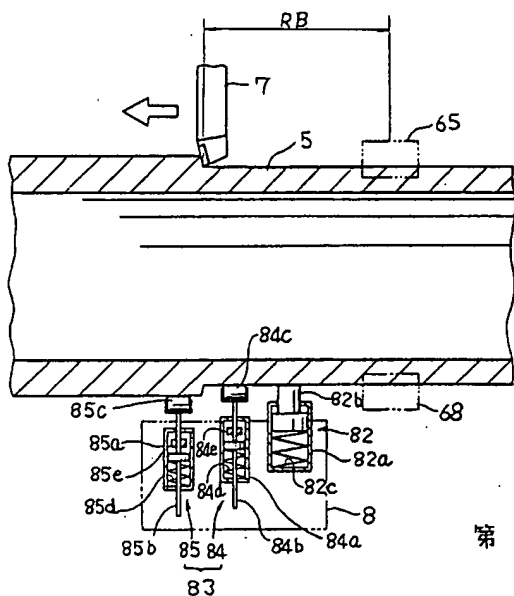
- 1…ベッド 3…心押し台 4…面板 5…管
- 6…主フレーム 7…バイト 41…回転角センサ
- 61…主フレーム位置検出器 62…副フレーム
- 63…副フレーム位置検出器 66…摺動台
- 67…摺動台位置検出器 73…バイト位置検出器
- 82…肉厚センサ 84…外径センサ 85…黒皮センサ



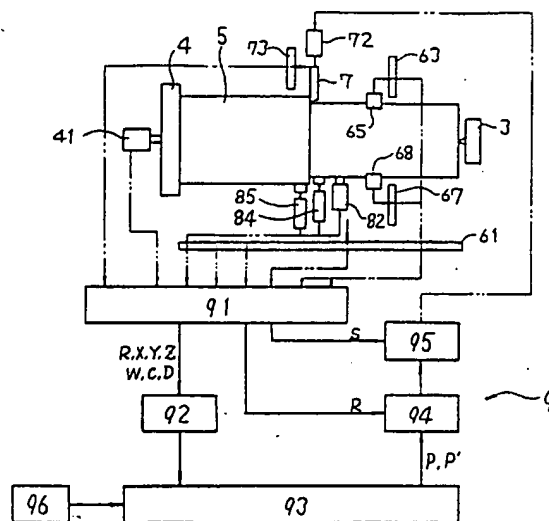
第 1 図



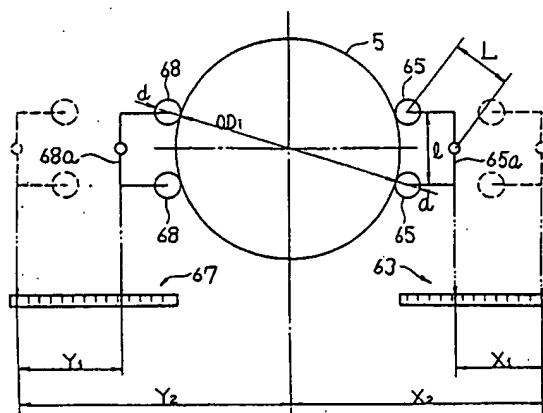
第 2 図



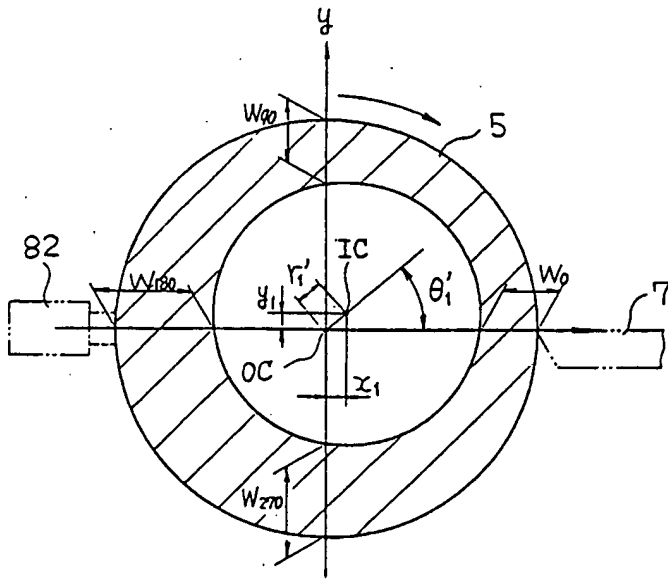
第 3 図



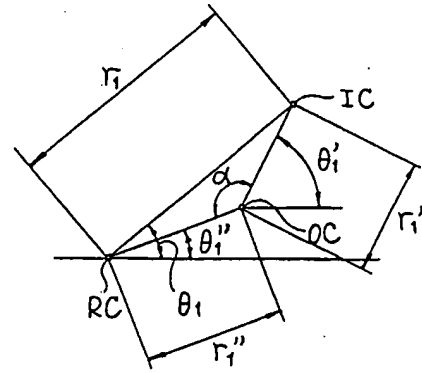
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図